


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет машиностроительных и хими-  
ческих технологий  
  
«20» 02 2021 г. Саблин П.А.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Насосы и компрессоры»

Направление подготовки	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль) образовательной программы	Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Экзамен	Кафедра «Машиностроение»

Комсомольск-на-Амуре  
2021

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат технических наук



Отряскина Т.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Машиностроение»



Сариков М.Ю.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Насосы и компрессоры» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации 12.03.2015 № 227, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Машины и аппараты химических производств» по направлению подготовки «18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Профессиональный стандарт 19.003 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ НЕФТЕЗАВОДСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ».

Обобщенная трудовая функция: В Организация, руководство и контроль работы подразделений.

НЗ-2 Основное технологическое оборудование процессов, принципы его работы и правила технической эксплуатации.

Задачи дисциплины	На основе ознакомления обучающихся с основными положениями и достижениями науки о машинах для перемещения жидкостей и газов, и о методах практического применения насосов и компрессоров, обеспечить подготовку специалистов, обладающих достаточно широким теоретическим и практическим кругозором в указанной области и позволяющим будущим специалистам рационально использовать новые достижения в данной области техники.
Основные разделы / темы дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомление обучающихся с основными типами машин для нагнетания и перемещения жидкостей и газов, их устройством и принципом действия;</li> <li>- изучение теоретических основ конструирования насосов и компрессоров;</li> <li>- научить пользоваться характеристиками насосов и компрессоров; заложить основы проектирования насосных и компрессорных установок (выбор машин, привязка к комплексу оборудования) и проводить расчеты, связанные с регулированием и приспособлением машины к технологическим условиям;</li> <li>- изучение методов рационального выбора насосного и компрессорного оборудования для работы в сети;</li> </ul>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Насосы и компрессоры» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
<b>Профессиональные</b>			
ПК-17 способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий	Знать классификацию, назначение, принцип действия и особенности конструктивного исполнения насосных и компрессорных установок	Уметь применять на практике методики расчета основных технических параметров насосных и компрессорных установок для последующего их проектирования	Владеть навыками применения стандартных средств автоматизации проектирования конструктивных элементов насосных и компрессорных установок

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Насосы и компрессоры» изучается на 3 курсе, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Процессы и аппараты химической технологии», «Б1.В.ДВ.01.01 Теория и практика успешной коммуникации», «Б1.В.ДВ.01.02 Социально-психологические аспекты инклюзивного образования», «Б1.В.ДВ.03.01 Технология химического машиностроения», «Б1.В.ДВ.03.02 Технология аппаратостроения отрасли».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Насосы и компрессоры», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Б1.В.ДВ.07.01 Оборудование транспортировки и хранения нефти и газа», «Б1.В.ДВ.07.02 Магистральные газопроводы и нефтепроводы», «Б1.В.ДВ.09.01 Комплексный проект», «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), 8 семестр», «Преддипломная практика».

Дисциплина «Насосы и компрессоры» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	96
Промежуточная аттестация обучающихся – Курсовой проект, Экзамен	36

### 5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Общие сведения о гидромашинах – насосах</b>				
<b>Тема</b> Введение. Общие сведения о гидромашинах - насосах	1			
<b>Тема</b> Основные параметры насосов: подача, напор, мощ-	2			1

ность, частота вращения, КПД.				
<b>Тема</b> Изучение параметров насоса			2	1
<b>Раздел 2 Основы теории лопастных насосов.</b>				
<b>Тема</b> Центробежные насосы. Уравнение Эйлера для насоса.	2			2
<b>Тема</b> Потери энергии в насосе. Характеристика центробежных насосов. Форма лопаток рабочего колеса	2			2
<b>Тема</b> Основы теории подобия насосов. Коэффициент быстроходности и типы лопастных насосов.	1			2
<b>Тема</b> Изучение конструкции центробежных насосов			2	2
<b>Тема</b> Изучение конструкции торцевого уплотнения			3	2
<b>Тема</b> Определение типа насоса, расчет коэффициента быстроходности		2		2
<b>Тема</b> Профилирование лопаток		4		2
<b>Тема</b> Профилирование диффузора		2		2
<b>Раздел 3 Эксплуатационные расчеты лопастных насосов.</b>				
<b>Тема</b> Применение формул подобия для пересчета характеристик насосов	2			2
<b>Тема</b> Совместная работа цен-	1			2

тробежных насосов на сеть.				
<b>Тема</b> Кавитация в лопастных насосах. Регулирование подачи.	1			4
<b>Тема</b> Изучение конструкции вихревых насосов			2	2
<b>Тема</b> Построение напорной характеристики		2		6
<b>Тема</b> Прочностные расчеты насоса		2		6
<b>Раздел 4 Объемные насосы.</b>				
<b>Тема</b> Объемные насосы, принцип действия, общие свойства и классификация	2			2
<b>Тема</b> Поршневые и плунжерные насосы.	1			2
<b>Тема</b> Роторные насосы.	1			2
<b>Тема</b> Изучение конструкции шестеренчатого насоса			2	2
<b>Тема</b> Изучение конструкции пластинчатого насоса			2	2
<b>Тема</b> Определение объема подачи поршневого насоса		2		2
<b>Раздел 5 Компрессорные машины.</b>				
<b>Тема</b> Введении. Основные понятия. Классификация	2			
<b>Тема</b> Поршневые и центробежные компрессоры,	2			2

принцип действия. Мертвое пространство поршневых компрессоров.				
<b>Тема</b> Производительность компрессоров и ее регулирование. Многоступенчатое сжатие.				2
<b>Тема</b> Изучение конструкции поршневого компрессора			2	1
<b>Тема</b> Изучение конструкции золотникового компрессора			2	1
<b>Тема</b> Определение производительности многоступенчатого компрессора		2		
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	16	16	16	96

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	2
Подготовка к занятиям семинарского типа	10
Подготовка, оформление защита курсовой работы (КР)	60
	96

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.



## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Тихоненков, Б. П. Насосы и насосные станции. Часть 1. Насосы [Электронный ресурс] : учебник / Б. П. Тихоненков. - М. : МГАВТ, 2005. - 296 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Тихоненков, Б. П. Насосы и насосные станции. Часть 2. Насосные станции [Электронный ресурс] : учебник / Б. П. Тихоненков. - М. : МГАВТ, 2005. - 296 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
3. Карелин, В.Я. Насосы и насосные станции : учебник для вузов / В. Я. Карелин, А. В. Минаев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Бастет, 2010. - 448с.
4. Ухин, Б. В. Гидравлические машины: насосы, вентиляторы, ком-прессоры и гидропривод [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.В. Ухин. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 320 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Тихоненков, Б. П. Гидравлические машины. Часть 1. Насосы [Электронный ресурс] : уч. пособие / Б. П. Тихоненков. - М. : МГАВТ, 2005. - 104 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Фурсов, В.К. Динамические насосы. Курсовые задания : учебное пособие для вузов / В. К. Фурсов. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2003. - 43с.
3. Фурсов, В.К. Прочность деталей центробежных насосов : учебное пособие для вузов / В. К. Фурсов, Г. Я. Фурсова. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2007. - 54с.
4. Фурсов, В.К. Термодинамические основы работы компрессоров : учебное пособие / В. К. Фурсов, Г. Я. Фурсова. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2006. - 41с.
5. Фурсов, В.К. Центробежные насосы. Конструкция и расчёт : учебное пособие для вузов / В. К. Фурсов, Г. Я. Фурсова. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2005. - 78с.
6. Фурсов, В.К. Эксплуатация насосов и компрессоров в химической промышленности : учебное пособие / В. К. Фурсов. - Комсомольск-на-Амуре, 2001. - 79с.

### **8.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

1. Конструкция центробежного насоса : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Насосы и компрессоры» / сост. : В.К. Фурсов, Г.Я. Фурсова. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2010. – 21 с.
2. Уплотнения торцевое центробежных насосов : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Насосы и компрессоры» / сост. : В.К. Фурсов, – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2015. – 14 с.
3. Конструкция пластинчатого насоса: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Насосы и компрессоры» / сост. : В.К. Фурсов – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2001. – 20 с.
4. Конструкция и эксплуатация шестеренчатого насос: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Насосы и компрессоры» / сост. : В.К. Фурсов, Г.Я.

- Фурсова. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2012. – 14 с.
5. Конструкция вихревого насоса : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Насосы и компрессоры» / сост. : В.К. Фурсов, – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2001. – 13 с.
  6. Конструкция поршневых компрессоров: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Насосы и компрессоры» / сост. : В.К. Фурсов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2015. – 16 с.

#### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks.

#### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- 1 Естественно-научный образовательный портал федерального портала «Российское образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://en.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 2 Научная электронная библиотека eLIBRARY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный. – Загл. с экрана.
- 3 КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

### **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

#### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

#### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

### 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
213-2	Лаборатория деталей машин и основ конструирования, медиа	1 персональная ЭВМ; 1 экран с проектором	Проведение практических занятий в виде презентаций.
213-2	Лаборатория деталей машин и основ конструирования	Лабораторные стенды	Проведение лабораторных занятий.

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
-----------	--------------------------------------	---------------------------	-------------------------

203-2	Учебная, медиа	1 персональная ЭВМ; 1 экран с проектором	Проведение лекционных занятий в виде презентаций, просмотр видеофильмов.
-------	----------------	---	--

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

### «Насосы и компрессоры»

Направление подготовки	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль) образовательной программы	Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовой проект, Экзамен	Кафедра «Машиностроение»

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
<b>Профессиональные</b>			
ПК-17 способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий	Знать классификацию, назначение, принцип действия и особенности конструктивного исполнения насосных и компрессорных установок	Уметь применять на практике методики расчета основных технических параметров насосных и компрессорных установок для последующего их проектирования	Владеть навыками применения стандартных средств автоматизации проектирования конструктивных элементов насосных и компрессорных установок

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>Раздел 1</b> Общие сведения о гидромашинах – насосах	ПК-5	Отчёты по лабораторным работам.	1) Правильное и аккуратное оформление отчета. 2) Хорошее владение навыками проведения лабораторного эксперимента (подготовки к работе механизмов, считывания показаний с приборов и др.). 3) Полнота и глубина анализа полученных результатов с опорой на теоретические положения.
<b>Раздел 2</b> Основы теории лопастных насосов.			
<b>Раздел 3</b> Эксплуатационные расчеты лопастных насосов.	ПК-5	Конспект лекций студента.	1) Полнота конспекта согласно тематике РПД. 2) Аккуратность оформления текста и графического материала. 3) Логическое построение и связность текста.
<b>Раздел 4</b>			

Объемные насосы.  <b>Раздел 5</b> Компрессорные машины	ПК-5	Курсовая работа (КР).	1) Владение умением применять теоретические знания в выполнении индивидуального задания по рекомендованной методике. 2) Логичность и правильность изложения материала. 3) Полнота изложения материала. 4) Правильность проведенных расчетов и сделанных выводов.
	ПК-5	Экзамен	1) Правильное понимание поставленных вопросов. 2) Полнота, глубина изложения материала, ответов на поставленные вопросы.

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</b>			
Отчёты по лабораторным работам (ЛР) – 7 лабораторных работ	В течение семестра	5 × 7 = 35 (максимальная сумма баллов по всем ЛР)	<p><b>5 баллов</b> (максимальная сумма баллов по 1-ой ЛР):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отчёт по ЛР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016;</li> <li>– студент продемонстрировал прочное владение навыками проведения эксперимента и точно ответил на контрольные вопросы.</li> </ul> <p><b>4 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отчёт по ЛР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016;</li> <li>– студент продемонстрировал хорошее владение навыками проведения эксперимента и ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения.</li> </ul> <p><b>3 баллов:</b></p>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>- отчёт по ЛР выполнен в полном объеме, оформлен с устраняемыми ошибками;</li> <li>- студент продемонстрировал удовлетворительные навыки проведения эксперимента и не смог полностью объяснить полученные результаты.</li> </ul> <p><b>2 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отчёт по ЛР выполнен неряшливо, с отступлениями от требований РД 013-2016;</li> <li>- студент не может объяснить полученные результаты, ответить на вопросы.</li> </ul> <p><b>0 баллов:</b> работа не выполнена</p>
Текущий контроль (минитесты)	В течение семестра	$5 \times 5 = 25$	<p>5 баллов: тесты выполнены 75 – 100 %</p> <p>4 баллов: тесты выполнены 65 – 74 %</p> <p>3 баллов: тесты выполнены 55 – 64 %</p> <p>2 баллов: тесты выполнены 45 – 54 %</p>
Курсовая работа		40	<p><b>40 баллов</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016;</li> <li>- студент точно выполнил на поставленные задачи.</li> </ul> <p><b>30 баллов</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016;</li> <li>студент выполнил на поставленные задачи с небольшими недочетами.</li> </ul> <p><b>20 баллов</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено в соответствии с требованиями РД 013-2016;</li> <li>- имеет место неполнота выполнения задания;</li> <li>- студент затрудняется с ответами на поставленные вопросы.</li> </ul> <p><b>10 баллов</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задание выполнено с нарушениями требований РД 013-2016;</li> <li>- имеет место неполнота выполнения задания;</li> <li>- студент не может ответить на поставленные вопросы.</li> </ul> <p>- <b>0 баллов</b> задание не выполнено.</p>

Экзамен	Вопрос – оценивание уровня усвоенных знаний	100	<p><b>100 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент правильно ответил на теоретический вопрос билета;</li> <li>– показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала;</li> <li>- ответил на все дополнительные вопросы.</li> </ul> <p><b>80 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент ответил на теоретический вопрос с небольшими неточностями;</li> <li>– показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала;</li> <li>– ответил на большинство дополнительных вопросов.</li> </ul> <p><b>60 баллов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент ответил на теоретический вопрос с существенными неточностями;</li> <li>- показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного материала;</li> </ul> <p><b>0 баллов:</b> при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний, не дал разумительных ответов на дополнительные вопросы.</p>
<b>ИТОГО:</b>		200 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

<p>6 семестр</p> <p><b>Промежуточная аттестация в форме «КП»</b></p>
<p>По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указан-</li> </ul>

ные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

## **Задания для текущего контроля**

### ***Перечень лабораторных работ***

**1 Конструкция и эксплуатация центробежного насоса.** *Цель работы:* изучить конструкцию центробежного насоса; правила эксплуатации и технического обслуживания.

**2 Конструкция и эксплуатация вихревого насоса.** *Цель работы:* изучить конструкцию вихревого насоса; правила эксплуатации и технического обслуживания.

**3 Конструкция и эксплуатация пластинчатого насоса.** *Цель работы:* изучить конструкцию пластинчатого насоса; правила эксплуатации и технического обслуживания.

**4 Конструкция и эксплуатация шестеренного насоса.** *Цель работы:* изучить конструкцию шестеренного насоса; правила эксплуатации и технического обслуживания.

**5 Конструкция и эксплуатация поршневых компрессоров.** *Цель работы:* изучить конструкцию поршневых компрессоров; правила эксплуатации и технического обслуживания.

**6 Конструкция торцевого уплотнения центробежного насоса.** *Цель работы:* изучить конструкцию торцевого уплотнения центробежного насоса; правила эксплуатации и технического обслуживания.

**7 Конструкция и эксплуатация золотникового вакуумного компрессора.** *Цель работы:* изучить конструкцию золотникового вакуумного компрессора; правила эксплуатации и технического обслуживания.

### ***Перечень практических работ***

1 Насос центробежный, основные определения, расчетные формулы. Определение производительности, коэффициента полезного действия, коэффициента быстроходности и типа насоса, числа ступеней насоса. КПД насоса при регулировании режима работы разными способами.

2 Построение характеристик насоса и сети. Определение режима работы насоса (подбор насоса), нахождение рабочей точки насос-сеть и, соответственно, оптимальных режимов работы насоса.

3 Параллельное и последовательное соединение насосов на насосной станции, определение подачи и напора станции. Пересчет характеристик насоса по уравнениям подобия.

4 Примерный расчет рабочего колеса центробежного насоса.

5 Поршневые и плунжерные насосы. Определение высоты установки поршневого насоса. Определение частоты вращения кривошипного вала (числа двойных ходов) и мощности привода насоса.

6 Определение КПД поршневого насоса и его составляющих. Определение степени неравномерности подачи и расчет воздушных колпаков.

7 Поршневые и центробежные компрессоры. Основные расчетные формулы. Определение производительности поршневого компрессора, мощности и объемного КПД.

## Задания для промежуточной аттестации

### Комплект заданий для курсового проектирования

Тема и варианты заданий к курсовому проектированию приведены в **Приложении А**.

Цель курсового проекта состоит в закреплении теоретических знаний, выработке умений и навыков, необходимых для решения инженерных задач, связанных с проектированием деталей и узлов насосного оборудования, а также в умении правильно пользоваться нормами проектирования, стандартами и другой технической литературой. Затруднения, возникающие в процессе выполнения курсового проекта, устраняются совместно с преподавателем на аудиторных занятиях или на дополнительных консультациях.

Содержание и объем каждой задачи, рекомендуемая литература для выполнения курсового проекта приведены в методическом указании **Центробежные насосы. Конструкция и расчет:** Учебное пособие / В.К. Фурсов, Г.Я. Фурсова. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУВПО «КНАГУ», 2005. –78 с.

Правила оформления студенческих текстовых и конструкторских работ изложены в руководящих нормативных документах, размещенных на официальном сайте «КНАГУ», раздел «Локальные акты университета (СМК)»:

1 Система менеджмента качества. РД ФГБОУ ВО «КНАГУ» 013-2016. Текстовые студенческие работы. Правила оформления.

2 Система менеджмента качества РД ФГБОУ ВО «КНАГУ» 014-2011. Конструкторская документация. Правила оформления.

### Контрольные вопросы к экзамену

1. Насосы и компрессоры, общие сведения и классификация.
2. Насосы, требования, предъявляемые к насосам; факторы, влияющие на работу насоса и определяющие конструкцию насоса.
3. Основные параметры насосов.
4. Центробежные насосы, общие сведения, классификация, принцип действия.
5. Основное уравнение центробежных насосов.
6. Форма лопаток рабочего колеса и ее влияние на работу насоса.
7. Характеристики центробежных насосов.
8. Основы теории подобия лопастных насосов.
9. Коэффициент быстроходности и типы лопастных насосов.
10. Совместная работа центробежных насосов на трубопровод.
11. Кавитация в лопастных насосах. Предельно допустимая высота всасывания.
12. Регулирование режима работы центробежных насосов.
13. Насосная установка и ее характеристика.
14. Схемы установки центробежных насосов и работа их на сеть.
15. Конструкция и обслуживание центробежных насосов.
16. Вихревые насосы, конструкция, принцип действия, область применения, пре-

имущества и недостатки.

17. Объемные насосы, общие сведения, принцип действия, классификация.
18. Величины, характеризующие рабочий процесс объемных насосов.
19. Поршневые насосы, принцип действия и классификация. Основные свойства поршневых насосов.
20. Производительность и объемный КПД поршневых насосов.
21. Закон движения поршня насоса.
22. Графики подачи поршневых насосов.
23. Способы уменьшения неравномерности подачи поршневых насосов.
24. Индикаторная диаграмма поршневого насоса.
25. Высота всасывания поршневых насосов.
26. Работа и мощность поршневого насоса, коэффициент полезного действия.
27. Определение главных размеров цилиндра поршневого насоса и диаметра его патрубков.
28. Регулирование подачи поршневого насоса.
29. Характеристики поршневых насосов.
30. Параллельная работа поршневых насосов.
31. Роторные насосы, общие сведения. Шестеренные насосы, конструкция, принцип действия, подача, компрессия.
32. Пластинчатые насосы. Общие сведения, конструкция, принцип действия, подача и ее регулирование.
33. Компрессоры, общие сведения, классификация.
34. Поршневые компрессоры. Типы поршневых компрессоров.
35. Принцип действия поршневого компрессора и термодинамические основы теории работы поршневых компрессоров.
36. Определение производительности поршневого компрессора.
37. Характеристика поршневого компрессора.
38. Многоступенчатое сжатие в поршневом компрессоре.
39. Мощность компрессора и его КПД.
40. Центробежные компрессоры, общие сведения.

#### **Типовые экзаменационные задачи**

- 1 Установить тип насоса, работающего при скорости  $n$ , имеющего подачу  $Q$  и развивающего напор  $H$ .
- 2 Определить необходимую мощность двигателя для насоса 4К-190/45 при работе насоса с 85 % КПД
- 3 Определить геометрическую высоту всасывания при давлении на входе в насос 25 м и атмосферном давлении 760 м. Скорость потока на входе 50 м/с и потери напора во всасывающих коммуникациях насоса равны 0,02 м
- 4 Определить минимальный кавитационный запас насоса 2НК-80/25. Кавитационный коэффициент быстроходности насоса равен 1200, а частотой вращения 1450 мин<sup>-1</sup>
- 5 Определить коэффициент быстроходности для насоса Д300/40 при работе насоса с частотой вращения 1450 мин<sup>-1</sup>

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(рекомендуемое)

**Техническое задание на курсовое проектирование**  
по *Насосы и компрессоры*

**Задание.** Спроектировать центробежный насос

**Исходные данные:**

Напор  $H = 30$  м

Производительность (подача)  $Q = 50$  л/с

Частота вращения ротора  $n = 2900$  мин<sup>-1</sup>

**Перечень вопросов, подлежащих разработке:**

1. Предварительный расчет насоса
2. Расчет размеров рабочего колеса
3. Профилирование каналов лопастей рабочего колеса
4. Прочностной расчет вала и подбор подшипниковых опор
5. Построение расчетной напоро-расходной характеристики

**Перечень вопросов, подлежащих разработке:**

Продольный разрез центробежного насоса

